

**Abstract of JP 2002107595 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a lens cell assembly and a mounting method for kinematically mounting a lens on an optical holder. **SOLUTION:** A lens cell assembly 100 includes a lens 110 having plural isometrically arranged mount pads 112 on its outer periphery and a lens cell 130 where plural clamping brackets 150 corresponding to the mount pads are arranged on its inner periphery. The lens cell 130 supports the lens both in the vertical direction and the tangential direction parallel with the optical axis of the lens at a contact with the bracket 150 corresponding to the pad 112 and restricts the movement of the lens. The lens is restricted with six degrees of freedom, where three degrees of freedom exist in the vertical direction and the other three degrees of freedom exist in the tangential direction at the corresponding mount pads.; The lens cell assembly is used for a projection optical system in a semiconductor wafer manufacturing process.

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-107595

(P 2002-107595 A)

(43) 公開日 平成14年4月10日(2002. 4. 10)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G O 2 B	7/02	G O 2 B	A 2H044
			B 5F046
H O 1 L	21/027	H O 1 L	D
		21/30	5 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 0 O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願2001-237255(P2001-237255)  
(22) 出願日 平成13年8月6日(2001. 8. 6)  
(31) 優先権主張番号 09/635697  
(32) 優先日 平成12年8月10日(2000. 8. 10)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

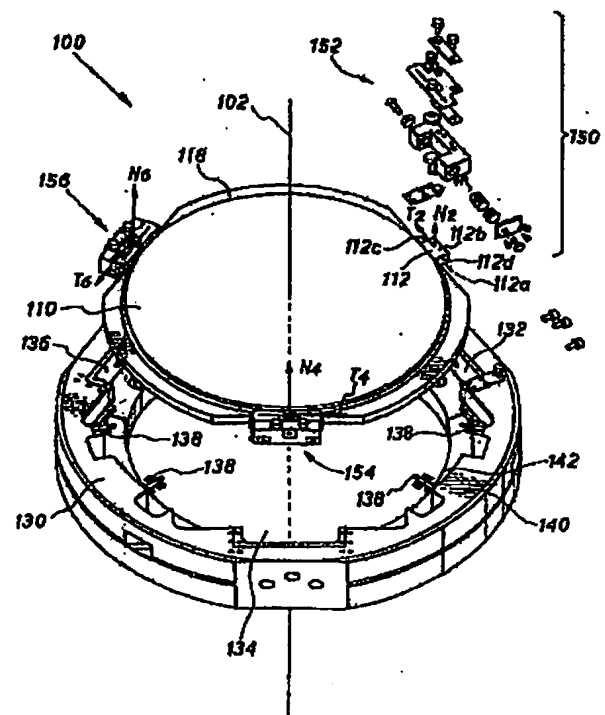
(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(72) 発明者 マーク・スピナリ  
アメリカ合衆国 94506 カリフォルニア  
州, ダンヴィル, ベンジャミン レー  
ン 127  
(74) 代理人 100099793  
弁理士 川北 喜十郎  
F ターム(参考) 2H044 AA15 AA16 AA20 AB11 AB13  
5F046 CB12 CB20

(54) 【発明の名称】 光学取付組立体

(57) 【要約】

【課題】 レンズを光学ホルダに運動学的に取付けるためのレンズセル組立体及び取付方法を提供する。

【解決手段】 レンズセル組立体 100 は、等角配置された複数の取付パッド 112 を外周上に有するレンズ 110 と、取付パッドに対応する複数のクランピングブラケット 150 が内周上に配置されるレンズセル 130 とを含む。レンズセル 130 は、レンズを取付パッド 112 と対応するクランピングブラケット 150 との接点にてレンズの光軸に平行な垂線方向と接線方向との両方において支持しかつ移動を拘束する。レンズは 6 自由度を有して拘束され、そのうち 3 自由度は垂線方向において存在し、他の 3 自由度は対応する取付パッドにおける接線方向において存在する。本発明のレンズセル組立体は半導体ウェハ製造プロセスにおける投影光学系に用いることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学取付組立体であって、  
光軸、外周部、および、前記外周部上にほぼ等角に配置された複数の取付パッドを有する光学素子と；内周部と、該内周部上に配置された、前記複数の取付パッドに対応する複数のクランピングブラケットとを有する光学ホルダとを含み、光学ホルダが光学素子を、複数の取付パッドとそれらに対応するクランピングブラケットとの接点にて支持する光学取付組立体。

【請求項 2】 複数のクランピングブラケットの各々が、  
前記対応する取付パッドの第 1 の側部を光学素子の光軸に平行な垂線方向において支持する固定拘束要素と；前記対応する取付パッドの第 1 の側部に対向する第 2 の側部を垂線方向において支持する柔軟な拘束要素とを含む請求項 1 に記載の光学取付組立体。

【請求項 3】 垂線方向の固定拘束要素が、ベアリング上で自由に回転可能な半球状パッドであり、半球状パッドの平坦面が、対応する取付パッド第 1 の側部を支持する請求項 2 に記載の光学取付組立体。

【請求項 4】 垂線方向の柔軟な拘束要素が、対応する取付パッドの第 2 の側部を第 1 の側部に対して押し付けるための力を発生する圧縮可能なばねである請求項 2 に記載の光学取付組立体。

【請求項 5】 複数のクランピングブラケットの各々が、  
対応する取付パッドの第 3 の側部を、光学素子の該対応する取付パッド位置における接線方向に支持する固定拘束要素と；対応する取付パッドの第 3 の側部に対向する第 4 の側部を接線方向に支持する柔軟な拘束要素とを含む請求項 1 に記載の光学取付組立体。

【請求項 6】 接線方向の固定拘束要素が、ベアリング上で自由に回転可能な半球状パッドであり、半球状パッドの平坦面が、対応する取付パッド第 3 の側部を支持する請求項 5 に記載の光学取付組立体。

【請求項 7】 接線方向の柔軟な拘束要素が、対応する取付パッドの第 4 の側部を第 3 の側部に対して押し付けるための力を発生する圧縮可能なばねである請求項 5 に記載の光学取付組立体。

【請求項 8】 複数の取付パッドが 3 つの取付パッドであり、対応する複数のクランピングブラケットが 3 つのクランピングブラケットである請求項 1 に記載の光学取付組立体。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の光学取付組立体により像が形成された物体。

【請求項 10】 請求項 1 に記載の光学取付組立体を含む投影レンズ組立体。

【請求項 11】 請求項 1 に記載の光学取付組立体を含むフォトリソグラフィシステム。

【請求項 12】 光学取付組立体であって、

光軸を有する光学素子と；光学ホルダであって、光学ホルダの周囲にほぼ等角に配置された 3 つの接点にて光学素子を支持する光学ホルダとを含み、

光学素子が光学ホルダにより 3 つの接点にて 6 自由度で拘束され、3 自由度が光軸に平行な垂線方向において存在し、他の 3 自由度が、対応する 3 つの接点における光学ホルダの接線方向において存在する光学取付組立体。

【請求項 13】 さらに、垂線方向の 3 つの固定拘束要素であって、各々が、対応する接点の第 1 の側部を垂線方向に固定して支持する 3 つの固定拘束要素と；垂線方向の 3 つの柔軟な拘束要素であって、各々が、対応する接点の、第 1 の側部に対向する第 2 の側部を柔軟に支持する 3 つの柔軟な拘束要素とを含み、  
垂線方向における 3 自由度が、垂線方向における、3 つの固定拘束要素と 3 つの柔軟な拘束要素との組合せから得られる請求項 12 に記載の光学取付組立体。

【請求項 14】 垂線方向の 3 つの柔軟な拘束要素の各々が、ベアリング上で自由に回転可能な半球状パッドであり、半球状パッドの平坦面が、対応する取付パッドの第 1 の側部を支持する請求項 13 に記載の光学取付組立体。

【請求項 15】 垂線方向の 3 つの柔軟な拘束要素の各々が、対応する取付パッドの第 2 の側部を第 1 の側部に対して押し付けるための力を発生する圧縮可能なばねである請求項 13 に記載の光学取付組立体。

【請求項 16】 さらに、接線方向の 3 つの固定拘束要素であって、各々が、対応する接点の第 3 の側部を、対応する接線の接線方向に固定して支持する 3 つの固定拘束要素と；接線方向の 3 つの柔軟な拘束要素であって、各々が、対応する接点の、第 3 の側部に対向する第 4 の側部を柔軟に支持する 3 つの柔軟な拘束要素とを含み、  
接線方向における 3 自由度が、接線方向における、3 つの固定拘束要素と 3 つの柔軟な拘束要素との組合せから得られる請求項 12 に記載の光学取付組立体。

【請求項 17】 接線方向の 3 つの固定拘束要素の各々が、ベアリング上で自由に回転可能な半球状パッドであり、半球状パッドの平坦面が、対応する取付パッドの第 3 の側部を支持する請求項 16 に記載の光学取付組立体。

【請求項 18】 接線方向の 3 つの柔軟な拘束要素の各々が、対応する取付パッドの第 4 の側部を第 3 の側部に対して押し付けるための力を発生する圧縮可能なばねである請求項 16 に記載の光学取付組立体。

【請求項 19】 請求項 12 に記載の光学取付組立体により像が形成された物体。

【請求項 20】 請求項 12 に記載の光学取付組立体を含む投影レンズ組立体。

【請求項 21】 請求項 12 に記載の光学取付組立体を含むフォトリソグラフィシステム。

【請求項 22】 光学素子と、光学素子を支持する光学

10

20

30

40

50

ホルダとを有する光学取付組立体を製造するための方法であって、  
複数の取付パッドを光学素子の外周部上にほぼ等角に配置して形成するステップと；前記複数の取付パッドを、  
該複数の取付パッドに対応して光学ホルダの内周部上に分配され且つ光学素子を光学素子上の複数の取付パッドと光学ホルダの前記取付パッドに対応する複数のクランピングブラケットとの接点にて支持するための複数のクランピングブラケットに支持させるステップとを含む方法。

【請求項 2 3】 前記支持ステップが、さらに、  
複数の取付パッドの各々の第 1 の側部を、光学素子の光軸に平行な垂線方向に固定するように拘束することと；  
複数の取付パッドの各々の第 1 の側部に対向する第 2 の側部を柔軟に拘束することを含む請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】 前記支持ステップが、さらに、  
複数の取付パッドの各々の第 3 の側部を、取付パッドにおける光学素子の接線方向に固定して拘束することと；  
複数の取付パッドの第 3 の側部に対向する第 4 の側部を柔軟に拘束することを含む請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 5】 請求項 2 2 の光学取付組立体を製造するための方法に従って像が形成された物体。

【請求項 2 6】 請求項 2 2 の光学取付組立体を製造するための方法を用いるフォトリソグラフィシステム。

【請求項 2 7】 光学素子を、光学素子を支持するための光学ホルダを有しかつ光軸を有する光学取付組立体において支持するための方法であって、  
光学ホルダの内周部と光学素子の外周部との 3 点の接点をほぼ等角に配置して設けるステップと；光学素子を光学ホルダに、対応する 3 つの接点において光軸に平行な垂線方向に 3 自由度で拘束するステップと；光学素子を光学ホルダに、対応する 3 つの接点において光学ホルダの接線方向に他の 3 自由度で拘束するステップとを含む方法。

【請求項 2 8】 垂線方向に拘束するステップが、さらに、  
対応する 3 つの接点の各々の第 1 の側部を垂線方向において固定して拘束することと；対応する接点の、第 1 の側部に対向する第 2 の側部を柔軟に拘束することを含む請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 2 9】 接線方向に拘束するステップが、さらに、  
対応する 3 つの接点の各々の第 3 の側部を垂線方向において固定するように拘束することと；対応する接点の、第 3 の側部に対向する第 4 の側部を柔軟に拘束することを含む請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 0】 請求項 2 7 の光学取付組立体を支持するための方法に従って像が形成された物体。

【請求項 3 1】 請求項 2 7 の光学取付組立体を製造す

るための方法を用いるフォトリソグラフィシステム。

【請求項 3 2】 光軸と、光学素子の周囲にある複数の取付パッドとを有する光学素子を運動学的に取り付けるための光学取付組立体であって、

中央開口部を有する光学ホルダと；中央開口部に隣接して光学ホルダ上に配置され、それぞれの取付パッドと係合するように適合された複数のブラケットとを含み、各ブラケットが、

それぞれの取付パッドの第 1 の対向面の対に係合して、  
10 光軸にほぼ平行な方向に光学ホルダに対して取付パッドが動かないように拘束する軸方向クランプ要素と；それぞれの取付パッドの第 2 の対向面の対に係合して、光学素子のほぼ接線方向に光学ホルダに対して取付パッドが動かないように拘束する接線方向クランプ要素とを含む光学取付組立体。

【請求項 3 3】 軸方向のクランプ要素が、  
それぞれの取付パッドの面と係合するように適合されたほぼ平坦な接触面を有する半球状パッド、および円錐状軸受要素により回転可能に支持される半球状軸受面を含む固定拘束要素と；それぞれの取付パッドの対向する面に係合するように適合されたほぼ平坦な接触面を有する接触パッドと；接触パッドをそれぞれの取付パッドに対して付勢するばねとを含む柔軟な拘束要素とを含む請求項 3 2 に記載の光学取付組立体。

【請求項 3 4】 ばねが板ばねである請求項 3 3 に記載の光学取付組立体。

【請求項 3 5】 接線方向のクランプ要素が、  
それぞれの取付パッドの面と係合するように適合されたほぼ平坦な接触面を有する半球状パッド、および円錐状軸受要素により回転可能に支持される半球状軸受面を含む固定拘束要素と；それぞれの取付パッドの対向する面に係合するように適合されたほぼ平坦な接触面を有する接触パッドと、接触パッドをそれぞれの取付パッドに対して付勢するばねとを含む柔軟な拘束要素とを含む請求項 3 2 に記載の光学取付組立体。

【請求項 3 6】 さらに、ばねの付勢力を調節する手段を含む請求項 3 5 に記載の光学取付組立体。

【請求項 3 7】 ばねがコイルばねである請求項 3 6 に記載の光学取付組立体。

【請求項 3 8】 さらに、光学ホルダ上のブラケット間に配置された複数のリテーナクリップであって、光学素子を光学素子の周囲に沿って支持するように適合されたリテーナクリップを含む請求項 3 2 に記載の光学取付組立体。

【請求項 3 9】 複数のブラケットが 3 個のブラケットである請求項 3 2 に記載の光学取付組立体。

【請求項 4 0】 3 個のブラケットが、光学素子の動きを 6 自由度で拘束するように適合されている請求項 3 9 に記載の光学取付組立体。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】本発明は、光学取付体を支持するための運動学的光学取付体に関する。さらに詳細には、本発明は、半導体ウェハを製造するためのフォトリソグラフィプロセスのための投影レンズシステムまたは写真カメラにおいて用いられる光学鏡筒のような光学鏡筒中でレンズセルを支持するための運動学的光学取付体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】フォトリソグラフィを用いた集積回路の製造において、光は、レチクルまたはフォトマスク上のパターンの不透明でない部分を通り、次いで投影露光装置を通して、特別にコーティングされたシリコンまたは他の半導体材料のウェハに到達する。コーティングのカバーされていない部分、すなわち光で露光される部分が硬化する。次いで、硬化していないコーティングを酸浴により除去する。すると、カバーされていないシリコンの層が変化して多層集積回路の一つの層を生じる。慣用のシステムは、このプロセスに可視および紫外光を用いる。

【0003】回路パターンの小型化が進むにつれて、投影露光装置の焦点深度は非常に小さくなり、多層集積回路の回路パターンを正確に重ね合わせることを困難にする。したがって、フォトリソグラフィシステム全体の設計の主要な考慮点は、許容差を少なく抑えることにより精度を達成するシステムの部品を構築することを含む。内的、外側または環境の乱れにより生じる振動、ディストーションまたはミスアライメントのいずれをも最小限に抑えなければならない。これらの乱れが個々の部品に影響を与えると、フォトリソグラフィシステムのフォーカス特性は集約的に変わる。

【0004】投影露光装置は、一般に、鏡筒（レンズバレル）を含み、鏡筒は、その光軸に沿って連続的に位置合わせされた複数のレンズを支持する。各レンズがレンズセルに取り付けられる。レンズとレンズセルとの組合せは、概してレンズセル組立体と称される。慣用のレンズセル組立体においては、レンズはレンズセルに化学接着剤または摩擦クランプにより固定される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】慣用のレンズセル組立体は幾つかの問題を提示する。窒素またはヘリウムなどの不活性ガスがレンズセル組立体を取り囲む投影露光装置内に導入されるフォトリソグラフィシステムにおいては、接着剤が、レンズセル組立体の周囲環境に害を及ぼし得るガスを放出することがある。接着剤からのガスは露光光を吸収する。

【0006】摩擦クランプを用いる慣用のレンズセル組立体が有する1つの問題は、レンズを保持したまたはレンズを挟むクランプ力がレンズの面をしばしば変形させることである。さらに、投影レンズ組立体が、組立体が製造者側から生産者側に搬出されるときなどに荒い取り扱

いをされると、そのクランプ力がレンズを破損することがある。

【0007】以上の点を考慮して、光学素子の物理的および化学的特性を過度に変化させずに光学素子の移動を拘束するための適量の力を加えることができる、光学素子を光学取付組立体において運動学的に支持するための運動学的光学取付体および運動学的光学取付方法が必要である。

【0008】本発明の利点および目的の一部を以下に記載し、また、それらの一部は以下の記載から自明であろうし、また、本発明の実施により理解されるであろう。本発明の利点および目的は、特許請求の範囲に特定して指摘した要素およびそれらの組合せにより理解されかつ達成されるであろう。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の原理に従って利益を得るために、本文中に具体化されかつ広く記載されているように、本発明の第1の態様は、光軸、外周部、および前記外周部にほぼ等角に配置された複数の取付パッドを有する光学素子を含む光学取付組立体である。この光学取付組立体は、また、内周部と、内周部に配置された、複数の取付パッドに対応する複数のクランピングブラケットとを有する光学ホルダとを含む。光学ホルダは、光学素子を、それぞれの取付パッドとそれらに対応する複数のクランピングブラケットとの接点にて支持する。

【0010】本発明の別の態様は、光軸を有する光学素子と、光学ホルダであって、光学ホルダ周囲に等角に配置された3つの接点にて光学素子を支持する光学ホルダとを含む光学取付組立体である。光学素子は光学ホルダにより6自由度を有して3つの接点にて拘束され、3自由度が、光軸に平行な垂線方向において存在し、他の3自由度が、対応する3つの接点における光学ホルダの接線方向において存在する。

【0011】本発明のさらなる態様は、光学素子を支持する光学ホルダを有する光学取付組立体を製造するための方法である。この方法は、複数の取付パッドを光学素子の外周上にほぼ等角に配置して形成するステップと、複数の取付パッドを、対応する複数のクランピングブラケットにより支持するステップとを含む。複数のクランピングブラケットは、光学ホルダの内周上に、光学素子を光学素子上の複数の取付パッドと光学ホルダ上の対応するクランピングブラケットとの接点にて支持するために配置されている。

【0012】本発明のさらに別の態様は、光学素子を光学取付組立体において支持するための方法である。光学取付組立体は、光学素子を支持するための光学ホルダを有しかつ光軸を有する。この方法は、光学ホルダの内周部と光学素子の外周部との接点を3点ほぼ等角に配置して設けるステップを含む。この方法は、また、光学素子

を光学ホルダに、対応する3つの接点において、光軸に平行な垂線方向に3自由度で拘束し、かつ、光学素子を光学ホルダに、対応する3つの接点において接線方向に他の3自由度で拘束するステップとを含む。

【0013】上記の概略的な説明と以下の詳細な説明とは、共に例示的で説明のためのものであり、特許請求の範囲において権利を請求している本発明を限定するものではないことが理解されよう。さらなる利点を以下の記載において説明する。それらの一部はその記載から理解され、一部は本発明の実施により習得されるであろう。10 本発明の利点および目的は、特許請求の範囲において記載された組合せにより得られるであろう。

#### 【0014】

【発明の実施形態】本発明の原理に従う組立体および方法の具体例について詳細に述べる。具体例は添付図面に示されている。本発明は、以下の例によってさらに明確になるであろう。これらの例は、本発明を単に例示するためのものである。

【0015】本発明の原理に従う光学取付組立体、例えばレンズセル組立体は、レンズまたはミラーなどの光学素子を、レンズセルまたはミラーフレームなどの光学ホルダに運動学的に取り付けるのに有用である。本発明の用途の1つは、半導体装置の製造のためのフォトリソグラフィシステムにおいて用いることである。この用途における運動学的取付は、レンズまたはミラーが、レンズセルまたはミラーフレームにより、6自由度の全てにおいて十分に支持されかつ正確に拘束されることを意味する。実質上の目的で、本発明をレンズおよびレンズセルに関して記載する。しかし、本発明はこの特定の用途に限定されない。むしろ、本文中に開示する組立体および20 方法は、運動学的取付を必要とする同様の構成要素を具体化するために構築される任意の組立体において用い得る。

【0016】本発明に従う光学取付組立体は、特に、光学素子を支持するための運動学的取付が必要である状況に適用可能であり、光学素子の微小なディストーションを誘発し、化学接着剤を全く用いず、かつ光学素子の位置を維持するために摩擦に依存していない。さらに、本発明に従う光学取付組立体は、正確な位置合わせのために必要な大きな調節をせずに分解および再組み立てを繰40 り返し行うことができる。

【0017】本発明の原理に従えば、図1に示すように、レンズセル組立体100が、クランピングブラケットを用いてレンズ110をレンズセル130に取り付けるために設けられる。クランピングブラケットの部品は、一括して参照番号150で示す。投影レンズ組立体78(図7に示す)において、複数のレンズ組立体100の全体が投影レンズ組立体78の光軸102に沿って連続的に位置合わせされる。

【0018】レンズ110は、レンズ110の外周上に

ほぼ等角に配置された複数の取付パッドを含む。一具体例において、1組3個の取付パッド112が、互いに120度隔てて配置される。取付パッド112は、好ましくは、レンズ110からの突出物として構成されかつレンズ110と同一の材料から形成される。各取付パッド112は、好ましくは、光軸102に平行な垂線方向Nに第1の側部112aおよび第2の側部112bを有し、かつ対応する取付パッド112の接線方向Tにおいて第3の側部112cおよび第4の側部112dを含む矩形的プレート状突出部である。図1は、底面、上面、背面および正面にそれぞれ対応する側部112a, 112b, 112c, 112dを示す。

【0019】レンズセル130は、レンズセル130の内周上にほぼ等角に配置された複数のクランプ受座領域を含み、これらの受座領域に複数のクランプブラケット150が着座する。前記具体例において、対応する組の3つのクランプ受座領域132, 134, 136が互いに120度の間隔をあけて設けられ、3つの取付パッド112, 114および116の組を受ける。レンズセル130はまた、レンズセル130の内周上に配置された複数のリテーナクリップ138を含み得る。リテーナクリップ138は環状ステップ142に留め付けられる。複数のリテーナクリップ138がレンズ110を過度に拘束することなく重力荷重を分散するために設けられる。リテーナクリップ138は、光軸102の方向でレンズ110の重量の一部を支持するための6個(そのうち4個が図1に示されている)1組のカンチレバー(片持ちばり)ブレードを含み得る。リテーナクリップ138は光軸102の方向に柔軟性がある。リテーナクリップ138はレンズ110をさらに分散して支持し、重力による歪みに抗する。6個1組のリテーナクリップ138の2個ずつの3組が、3つのクランピングブラケット150の各々の間に均等な間隔で配置されている。リテーナクリップ138の他の組数、例えば、3個、9個またはそれより多数のクリップの組を用いて環状ステップ142の周上に均等な間隔で配置することも可能である。

【0020】図示された具体例において、3つのクランピングブラケットの組152, 154および156が、3つの取付パッド112, 114, および116の組の移動を拘束するために設けられる。3つの取付パッド112, 114, 116とそれぞれのクランピングブラケット152, 154, 156との3つのペアリングがレンズ110とレンズセル130との3つの接点を生じる。本発明の原理に従えば、レンズ110はレンズセル130により、この3つの接点にて支持および拘束される。

【0021】各クランピングブラケット150は、レンズ110を、光軸102に平行な垂線方向Nにおいて、および、対応するクランピングブラケット150におけ

るレンズ110の接線方向Tにおいて支持または拘束する。図1に示した具体例において、例えば、クランピングブラケット152はレンズ110の取付パッド112を、垂線方向N<sub>2</sub>において、および取付パッド112位置でのレンズ110の接線方向T<sub>2</sub>において支持または拘束する。同様に、クランピングブラケット154および156は、それぞれ取付パッド114および116を、それぞれ垂線方向N<sub>4</sub>およびN<sub>6</sub>と接線方向T<sub>4</sub>およびT<sub>6</sub>とにおいて支持または拘束する。本発明の原理に従えば、クランピングブラケット152、154および156は、レンズ110をレンズセル130に対して

【0022】図2(A)および図2(B)は、取付パッド112の各々が垂線方向Nおよび接線方向Tにおいてどのように支持または拘束されるかを示す。取付パッド112の側面図を示す図2(A)において、取付パッド112の底側部112aが固定止めパッド172により拘束され、上側部112bが、上側部112bを底側部112aに対して押し付ける弾力性のある止めパッド174により拘束される。同様に、取付パッド112の端面図を示す図2(B)において、取付パッド112の後側部112cが固定止めパッド162により拘束され、前側部112dが、前側部112dを後側部112cに対して押し付ける弾力性のある止めパッド164により拘束される。

【0023】固定止めパッド162は、円錐状ベアリング168内で自由に回転可能な半球状パッド166を含み得る。したがって、弾力性のある止めパッド164が固定止めパッド162を押すと、半球状パッド166の平坦面が円錐状ベアリング168内で回転して、取付パッド112の後側部112cと運動学的に完全な接触をすることができる。同様に、固定止めパッド172は、円錐状ベアリング178内で自由に回転可能な半球状パッド176を含み得る。したがって、弾力性のある止めパッド174が固定止めパッド172を押すと、半球状パッド176の平坦面が円錐状ベアリング178内で回転して、取付パッド112の底側部112aと運動学的に完全な接触をすることができる。

【0024】図3は、好ましいクランピングブラケット150の構造を詳細に示す。クランピングブラケット152、154および156はそれぞれ同様に構成されている。クランピングブラケット150は、各々、固定止めパッド162と、接線方向Tにおいて固定止めパッド162と反対側の弾力性のある止めパッド164とを収容するための接線方向のクランピングブロック160を含む。取付パッド112に関しては、固定止めパッド162は後側部112cに対する物理的止め接触をもたら

し、弾力性のある止めパッド164は、前側部112dを後側部112cに対して接線方向Tにおいて押し付けるために調節可能な弾性の止め接触をもたらす。図1および3に示した具体例において、固定止めパッド162は、自由に回転可能でかつベアリングパッド168により支持される半球状パッド166から構成され、弾力性のある止めパッド164は、ばね165および接触パッド167から構成されている。ばね165の剛さは、前側部112dを後側部112cに対して押し付けるばね力を増大または減少させるために調節することができる。そして、ばね力は、半球状パッド166の平坦面をベアリングパッド168の周囲で回転させ、後側部112cと運動学的な完全接触をさせる。図4に示すように、調節は、レンズセル130の周上にクランピング受け座領域132、134および136の各々に隣接して設けられた複数のアクセス用開口部192の1つから、ねじ163をレンチ190を用いて締め付けることにより行うことができる。

【0025】図3は、また、クランピングブラケット150が、固定止めパッド172と、垂線方向Nにおいて固定止めパッド172に対向する側にある弾力性のある止めパッド174とを含む様子を示す。取付パッド112に関しては、固定止めパッド172が底側部112aに対する物理的止め接触をもたらす、弾力性のある止めパッド174が、上側部112bを垂線方向Nにおいて底側部112aに対して押し付けるために調節可能な弾性ストップ接触をもたらす。固定止めパッド172は、自由に回転可能でかつベアリングパッド178により支持される半球状パッド176から構成され得、弾力性のある止めパッド174は、ばねまたは曲げ部材175および接触パッド177から構成される。ばね175の剛さは、上側部112bを底側部112aに対して押し付けるばね力を増大または減少させるために調節することができる。そして、ばね力は半球状パッド176の平坦面をベアリングパッド178の周囲で回転させ、底側部112aと運動学的完全接触をさせる。調節は、ねじ173を締め付けることにより行うことができる。ねじ173は、手操作調節のための刻み付きヘッド、または、例えばレンチ(図示せず)を用いた調節のための六角ヘッドを有し得る。

【0026】レンズセル130は、レンズ110と、半径方向に形成された複数の半径方向曲げマウントAを有する。この具体例において、半径方向曲げマウントは、各々、輪郭Eで示された領域の周囲に配置された3つの屈曲セグメントの組を含む。

【0027】半径方向曲げマウントAの中央に、クランピングブラケット150のための取付け部Bが形成されている。半径方向曲げマウントAは、レンズセル130上に形成された曲げスロットCにより分割され、かつ、スロットCの半径方向両側に配置された曲げスロットD

を介してレンズセル130に取り付けられている。曲げスロットCおよびDは、ワイヤ電気機械加工をレンズセル130に施すことにより形成することができる。クランピングブラケット150を半径方向曲げマウントAの中央に取り付けることにより、レンズ110とレンズセル130とが異なる熱膨張係数または膨張率を有するときのレンズ110とレンズセル130との膨張率の差を調節することができる。半径方向曲げマウントAは半径方向には延性を有さず、接線および光軸方向において高い延性を有する。それゆえ、レンズ110を半径方向曲げマウントAにクランピングブラケット150を介して取り付けることにより、温度変化によるレンズ110とレンズセル130との膨張率の差を調節し、レンズ110の歪みを最小化することができる。

【0028】クランピングブラケット150が半径方向曲げマウントに取り付けられたときの半径方向曲げマウントAの屈曲セグメントに対する機械的応力を防止するために、半径方向曲げマウントAとレンズセル130とを結合するための結合機構が設けられる。この機構は、半径方向曲げマウントAとレンズセル130を固定するためのプレート部材Eを含み、少なくとも1つのねじまたはピンによりプレート部材Eを介して取り付けられる。この結合機構は、レンズセル組立体100を構築した後に除去してよい。

【0029】図5および6は、それぞれ、完全に組み立てられたレンズセル組立体100の斜視図および上面図である。図10および図11は、それぞれ、レンズセル組立体100の図6のA-A、B-Bに沿った断面図であり、運動学的取付組立体をもたらすクランピングブラケット150を示す。

【0030】レンズセル組立体100は、フォトリソグラフィプロセスにおける露光装置21との組合せにおいて特に有用である。図7に示すような露光装置21は、その動作において、集積回路のパターンをレチクル80から半導体ウェハ68に転写する。露光装置21は、ベース82、すなわち、フロアもしくは地面または他の支持構造体に載置される。

【0031】装置フレーム72は硬質であり、露光装置21の部品を支持する。装置フレーム72の設計は、露光装置21の残りの部分の設計の条件に適合するように変化し得る。装置フレーム72は、レチクルステージ76、ウェハステージ66、レンズ組立体78、および照射系74をベース64の上方に支持する。あるいは、例えば、ウェハステージ66およびレチクルステージ76、照射系74ならびにレンズ組立体78を、別々のそれぞれ独立した構造体(図示せず)を用いてベース64の上方に支持することもできる。

【0032】照射系74は照射源84および照射光学組立体86を含む。照射源84は光エネルギーのビーム

(照射線)を放射する。照射光学組立体86は、照射源

8.4からの光エネルギーのビームをレンズ組立体78に導く。ビームはレチクル80の異なる部分を選択的に照射し、かつウェハ68を露光する。図7において、照射源84はレチクルステージ76より上方に支持されているように示されている。しかし、典型的には、照射源84は装置フレーム72の側部の一方に固定され、照射源84からのエネルギービームが、照射光学組立体86によりレチクルステージ76の上方に向けられる。

【0033】レンズ組立体78が、レチクル80を通過する光をウェハ68に投影および/または集光する。装置21の設計に従って、レンズ組立体78はレチクル80に照射される像を拡大または縮小することができる。レンズ組立体78は、倍率1倍の倍率系でもよい。

【0034】ウェハステージ66は、以下に詳細に論じるように、レベリングシフトの問題および回転の問題が実質的に減少するように安定される。本発明の原理は、レチクル80を位置決めするときのレチクルステージ76にもあてはまる。

【0035】レチクルステージ76は、レチクル80をレンズ組立体78およびウェハ68に対して保持しかつ正確に位置付ける。ウェハステージ66も幾分同様に、ウェハ68をレチクル80の照射部の投影像に対して保持しかつ位置付ける。図7に示した実施形態において、ウェハステージ66およびレチクルステージ76は複数のモータ10により位置決めされる。装置21は、設計に依存し、ウェハステージ66およびレチクルステージ76を移動させるための追加のサーボ駆動ユニット、リニアモータおよび平面モータを含むことができる。

【0036】幾つかの異なるタイプのフォトリソグラフィ装置が存在する。例えば、露光装置21を、レチクル80からのパターンをウェハ68上に、レチクル80およびウェハ68を同期して移動させつつ露光する走査型のフォトリソグラフィシステムとして用いることができる。走査型のフォトリソグラフィ装置において、レチクル80はレチクルステージ76により、レンズ組立体78の光軸に対して垂直に移動され、ウェハ68はウェハステージ66により、レンズ組立体78の光軸に対して垂直に移動される。レチクル80およびウェハ68の走査は、レチクル80とウェハ68とが同時に移動する間に生じる。

【0037】あるいは、露光装置21は、レチクル80およびウェハ68が静止している間にレチクル80を露光するステップアンドリピートタイプのフォトリソグラフィシステムであってもよい。ステップアンドリピートプロセスにおいて、ウェハ68は、個々のフィールドの露光中に、レチクル80およびレンズ組立体78に対して定位置にある。次いで、連続する露光ステップの間に、ウェハ68を、半導体ウェハ68の次のフィールドが露光のためにレンズ組立体78およびレチクル80に対して位置付けられるようにウェハステージ66により



連続的にレンズ組立体 78 の光軸に対して垂直に移動する。このプロセスに続いて、レチクル 80 上の像がウェハ 68 のフィールド上に、半導体ウェハ 68 の次のフィールドがレンズ組立体 78 およびレチクル 80 に対して位置付けられるように連続的に露光される。

【0038】しかし、本文中に示される露光装置 21 の使用は、半導体製造のためのフォトリソグラフィシステムに限定されない。露光装置 21 は、例えば、液晶ディスプレイ装置のパターンを矩形的ガラスプレート上に露光する LCD フォトリソグラフィシステム、または薄膜磁気ヘッドを製造するためのフォトリソグラフィシステムとして用いることができる。さらに、本発明は、マスクおよび基板をレンズ組立体を用いずに近接して配置することによりマスクパターンを露光するプロキシミティフォトリソグラフィシステムに適用することができる。さらに、本文中に示される本発明は、他の半導体処理設備、エレベータ、電気剃刀、機械加工具、金属切断機、検査機およびディスクドライブを含む他の装置において用いることができる。

【0039】照射源 84 は、g 線 (436 nm)、i 線 (365 nm)、KrF エキシマレーザ (248 nm)、ArF エキシマレーザ (193 nm) および F<sub>2</sub> レーザ (157 nm) にすることができる。あるいは、照射源 84 は、X 線および電子ビームなどの荷電粒子ビームを用いることもできる。例えば、電子ビームを用いる場合には、熱電子放出タイプのランタン六ホウ化物 (LaB<sub>6</sub>) またはタンタル (Ta) を電子銃として用いることができる。さらに、電子ビームを用いる場合には、マスクを用いるか、または、マスクを用いずに基板上にパターンを直接形成できるように露光装置を構成することができる。

【0040】レンズ組立体 78 に関しては、遠紫外線、例えばエキシマレーザが用いられるときには、ガラス材料、例えば紫外線を透過させる水晶および蛍石が好ましく用いられる。F<sub>2</sub> タイプのレーザまたは X 線を用いるときには、レンズ組立体 78 は、好ましくは、カタディオプトリックまたは屈折型にすべきであり (レチクルもまた反射タイプが好ましい)、電子ビームを用いるときには、電子光学素子は、電子レンズおよび偏光器を含むのが好ましい。電子ビームの光路は真空状態にすべきである。

【0041】また、波長が 200 nm 以下の真空紫外線 (VUV) を用いる露光装置に関しては、カタディオプトリック型の光学系の使用を考え得る。カタディオプトリック型の光学系の例は、公開特許公報に公開された特開平 8-171054 号およびそれに対応する米国特許第 5,668,672 号と、特開平 10-20195 号およびそれに対応する米国特許第 5,835,275 号に開示された内容を含む。これらの場合において、反射型光学装置は、ビームスプリッタおよび凹面鏡を組み込

んだカタディオプトリック光学系にすることができる。公開特許公報に公開された特開平 8-334695 号およびそれに対応する米国特許第 5,689,377 号と、特開平 10-3039 号およびそれに対応する米国特許出願第 873,606 号 (出願日は 97 年 6 月 12 日) もまた、凹面鏡などを組み込みかつビームスプリッタを有さない反射屈折型光学系を用いており、本発明と共に用いることができる。上記の米国特許における開示と、公開特許公報において公開された日本国特許出願とを援用して本文の記載の一部とする。

【0042】さらに、フォトリソグラフィシステムにおいて、リニアモータ (米国特許第 5,623,853 号または 5,528,118 号を参照のこと) をウェハステージまたはレチクルステージにおいて用いるときに、リニアモータは、空気ベアリングを用いる空気浮上タイプ、または、ローレンツ力もしくは誘導抵抗を用いる磁気浮上タイプにすることができる。さらに、ステージは、ガイドに沿って移動し得、または、ガイドを用いないガイドレスタイプのステージであり得る。米国特許第 5,623,853 号および 5,528,118 号の開示を援用して本文の記載の一部とする。

【0043】あるいは、ステージの 1 つは、ステージを電磁力により駆動させる平面モータにより駆動され得る。この電磁力は、2 次元的に配置された磁石を有する磁石ユニットと、磁石ユニットと対向して 2 次元的に配置されたコイルを有するアーマチュアコイルユニットとにより発生される。このタイプの駆動システムにより、磁石ユニットまたはアーマチュアコイルユニットのいずれか一方がステージに連結され、他方がステージの移動面側に取り付けられる。

【0044】上記のようなステージの移動は、フォトリソグラフィシステムの性能に影響を与えることがある反力を生じる。ウェハ (基板) ステージの運動により生じる反力は、米国特許第 5,528,118 号に記載され、特開平 8-166475 号に公開されているようなフレーム部材を用いることによりフロア (地面) に機械的に放出することができる。さらに、レチクル (マスク) ステージの運動により生じる反力は、米国特許第 5,874,820 号に記載され、特開平 8-330224 号に公開されているようなフレーム部材を用いることによりフロア (地面) に機械的に放出することができる。米国特許第 5,528,118 号および 5,874,820 号ならびに、日本国特許出願開示第 8-330224 号を援用して本文の記載の一部とする。

【0045】以上に記載したように、上記の具体例に従うフォトリソグラフィシステムは、特許請求の範囲に記載された各要素を含む種々のサブシステム (構成部品) を、規定の機械的精度、電気的精度および光学的精度が維持されるように組み立てることにより構築することができる。種々の精度を維持するために、組立の前後に、

全ての光学系を、その光学的精度を達成するように調整する。同様に、全ての機械系および電気系を、それぞれの電氣的精度および光学的精度を達成するように調節する。各サブシステムをフォトリソグラフィシステムに組み立てるプロセスは、各サブシステム間の機械的インタフェース、電気回路配線連結および空気圧給排連結を含む。言うまでもなく、種々の各サブシステムからフォトリソグラフィシステムを組み立てる前に、各サブシステムを組み立てるプロセスも存在する。種々のサブシステムを用いてフォトリソグラフィシステムを組み立てたならば、完成したフォトリソグラフィシステムにおいて全ての精度が維持されることを保証するために全体の調整を行う。さらに、温度および清潔度が調節されているクリーンルーム内で露光装置を製造することが望ましい。

【0046】さらに、半導体デバイスを、上記装置を用いて、図8に概略的に示したプロセスにより加工することができる。ステップ301において、デバイスの機能および性能特性を設計する。次いで、ステップ302において、パターンを有するマスク（レチクル）を前の設計ステップに従って設計し、並行するステップ303においてウェハをシリコン材料から製造する。ステップ302において設計されたマスクパターンをステップ303で製造したウェハ上に、本文中の先に記載した本発明の原理に従うフォトリソグラフィシステムにより露光する。ステップ305において、半導体装置を組み立て（ダイシングプロセス、ボンディングプロセスおよびパッケージングプロセスを含む）、最後にステップ306においてデバイスを検査する。

【0047】図9は、半導体装置を加工する場合の上記ステップ304の詳細なフローチャートの例である。ステップ311（酸化ステップ）においてウェハ表面を酸化する。ステップ312（CVDステップ）において絶縁フィルムをウェハ面上に形成する。ステップ313（電極形成ステップ）において、電極をウェハ上に蒸着により形成する。ステップ314（イオン注入ステップ）においてイオンをウェハに注入する。上記のステップ311～314は、ウェハ処理中のウェハのための前処理ステップを構成し、各ステップにおいて、処理の必要条件に応じた選択が行われる。

【0048】ウェハ処理の各ステージにおいて、上記の前処理ステップが完了したならば、以下の処理後ステップを実行する。処理後、最初に、ステップ315（フォトレジスト形成ステップ）において、フォトレジストをウェハに塗布する。次いで、ステップ316（露光ステップ）において、上記露光装置を用いてマスク（レチクル）の回路パターンをウェハに転写する。次いで、ステップ317（現像ステップ）において、露光されたウェ

ハを現像し、ステップ318（エッチングステップ）において、残留フォトレジスト（露光された材料面）をエッチングにより除去する。ステップ319（フォトレジスト除去ステップ）において、エッチング後に残った不要なフォトレジストを除去する。

【0049】これらの前処理および後処理ステップの繰り返しにより、複数の回路パターンを形成する。

【0050】当業者には、以上に記載したレンズセル組立体およびその方法、本発明のために選択した材料、フォトリソグラフィシステムの構成ならびに本発明の他の態様に、本発明の範囲または精神から逸脱せずに種々の改良および変更を行えることが明らかであろう。

【0051】本発明の他の具体例は、本文中に開示した本発明の詳細な説明および実施形態を考慮することにより当業者に明らかになるであろう。詳細な説明および例は単に例示とみなされ、本発明の範囲および精神は特許請求の範囲およびその均等物により示されるものとする。

#### 【0052】

【発明の効果】本発明の光学素子の運動学的光学取付体および運動学的光学取付方法によれば、光学素子の物理的および化学的特性を過度に変化させずに光学素子の移動を拘束することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の原理に従う光学取付組立体の部分分解斜視図である。

【図2】図2（A）は、取付パッドの部分側面図を示す概念図であり、図2（B）は、取付パッドの端面図を示す概念図である。

【図3】図3は、図1に示したクランピングブラケットの分解斜視図である。

【図4】図4は、図3に示した取付パッドおよび取付ブラケットの部分斜視図である。

【図5】図5は、完全に組み立てられた、本発明の原理に従う光学取付組立体の斜視図である。

【図6】図6は、図5に示した光学取付組立体の上面図である。

【図7】図7は、本発明の原理に従う光学取付組立体を用いることができる露光装置の立面図である。

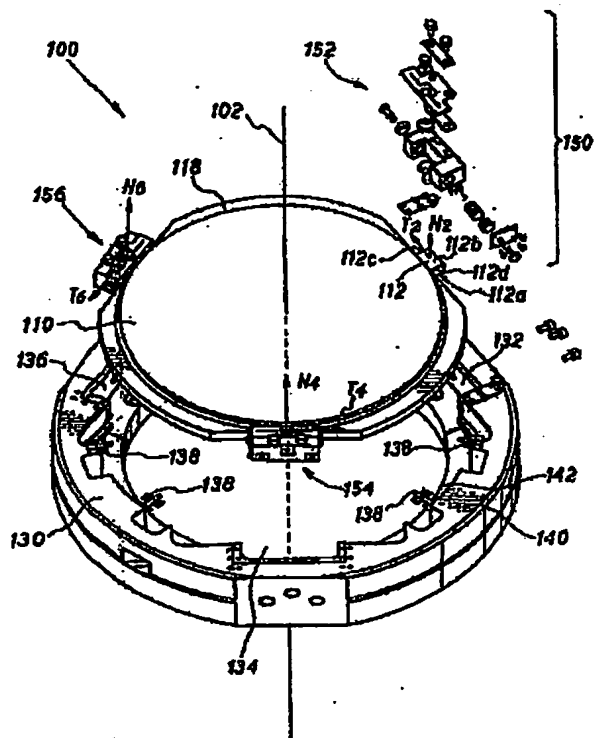
【図8】図8は、本発明の原理に従う半導体ウェハの製造プロセスの概要を示すフローチャートである。

【図9】図9は、半導体ウェハの製造プロセスの概要をさらに詳細に示すフローチャートである。

【図10】図10は、光学取付組立体の、図6の線A-Aにおける断面図である。

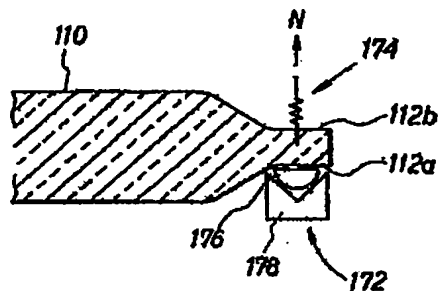
【図11】図11は、光学取付組立体の、図6の線B-Bにおける断面図である。

【図 1】

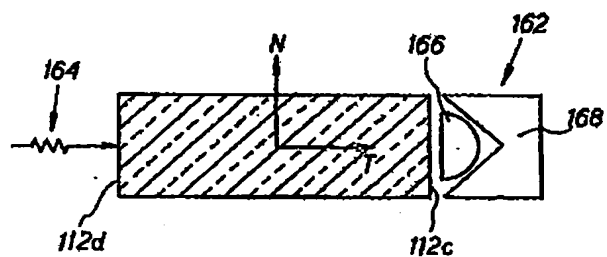


【図 2】

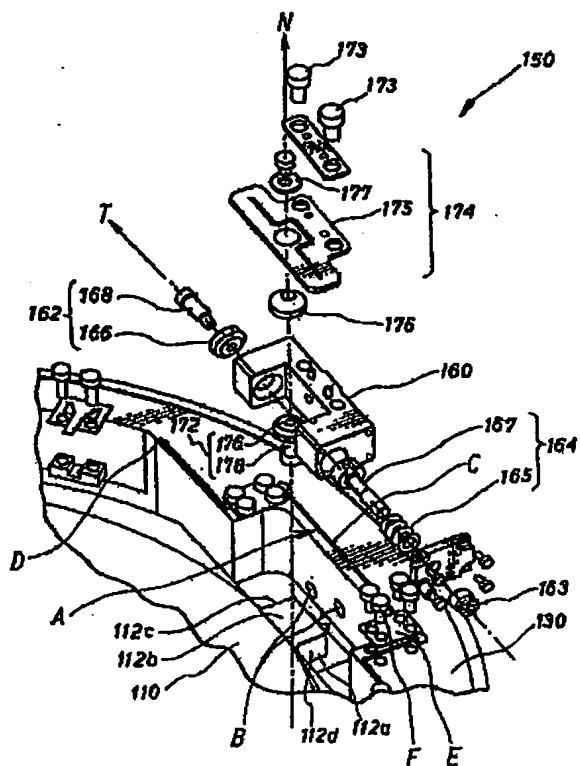
(A)



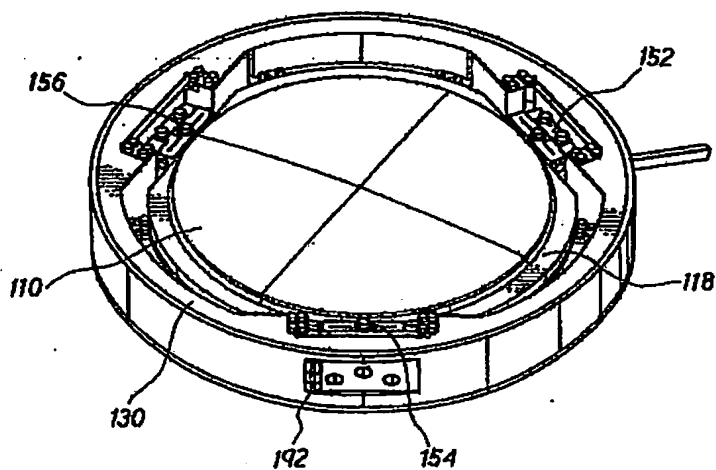
(B)



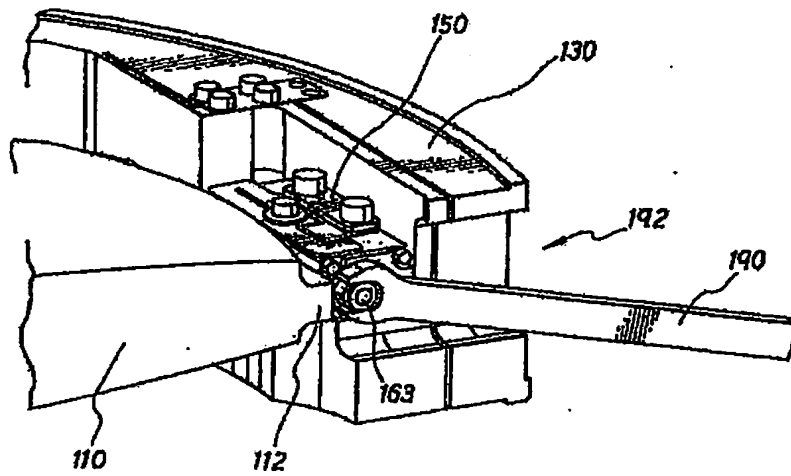
【図 3】



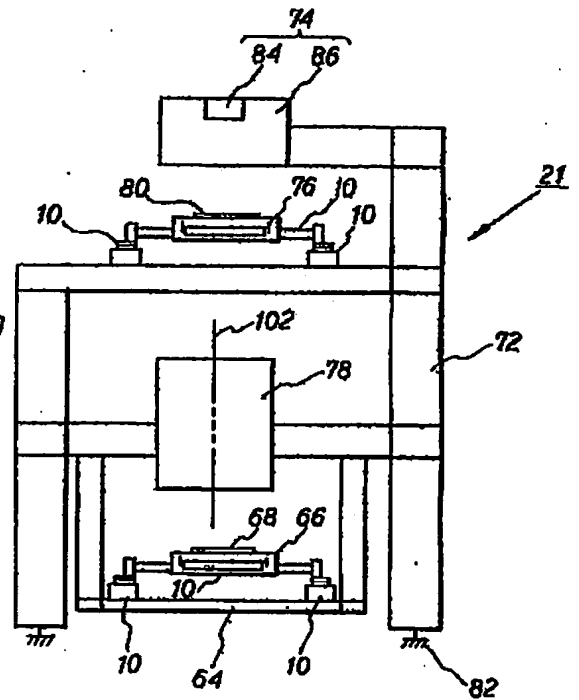
【図 5】



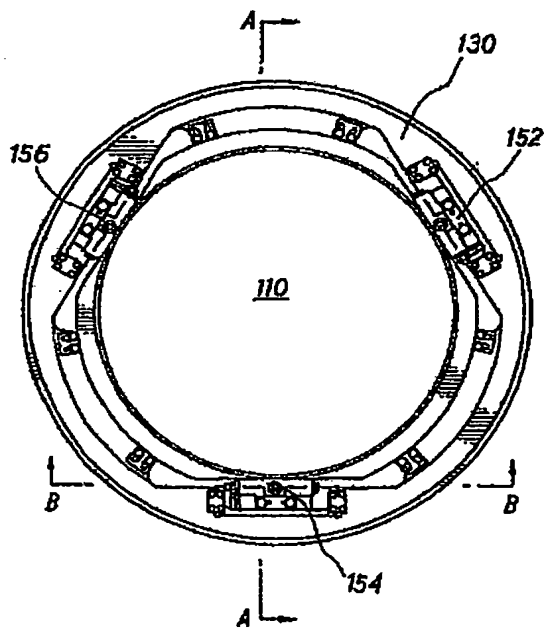
【図4】



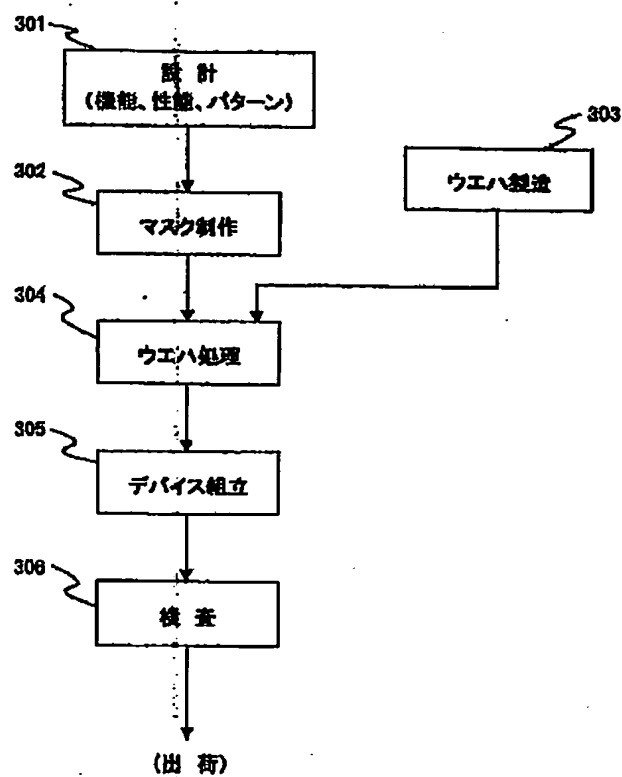
【図7】



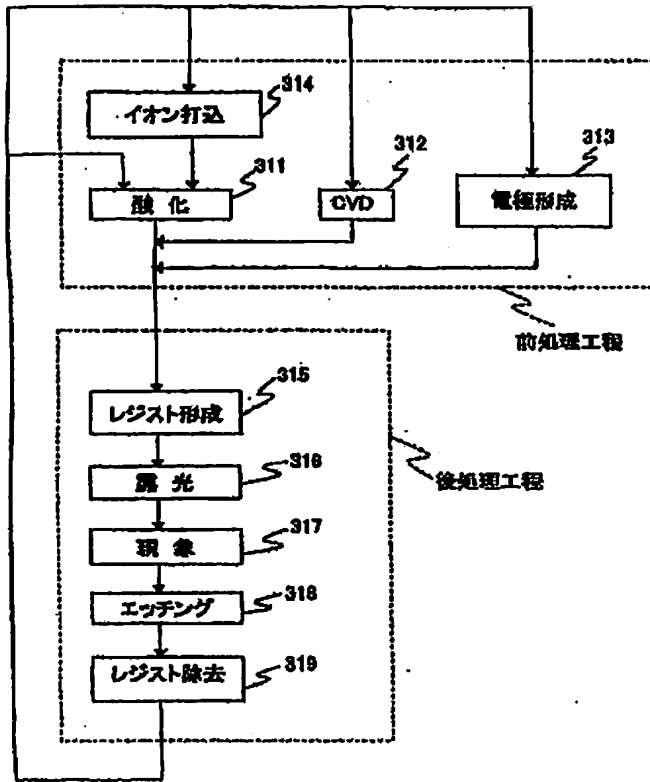
【図6】



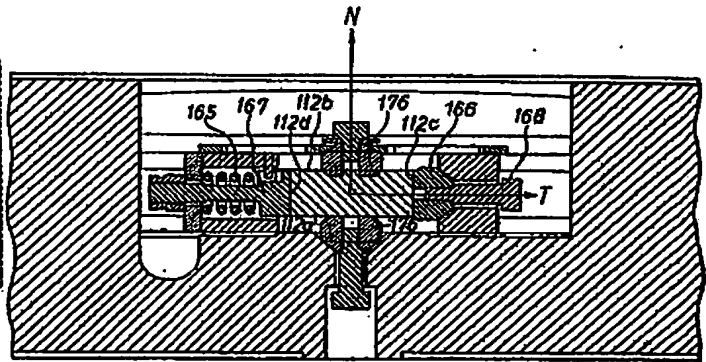
【図8】



【図9】



【図11】



【図10】

